



Estrategia para la Implementación de un Sistema de Gestión de Activos en los
generadores eléctricos de la Universidad del Sinú-seccional Montería bajo los
Lineamientos de la NTC ISO 55001

Wilmer Plaza Sánchez

Pablo Urriago Rojas

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión de Activos

Tutor

Juan Carlos Orrego Barrera, Magister en Gestión Energética Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión de Activos
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Cita	(Plaza Sánchez & Urriago Rojas, 2024)
Referencia	Plaza Sánchez, W. & Urriago Rojas, P. E. (2024). <i>Estrategia para la Implementación de un Sistema de Gestión de Activos en los generadores eléctricos de la Universidad del Sinú-seccional Montería bajo los Lineamientos de la NTC ISO 55001</i>
Estilo APA 7 (2020)	[Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en Gestión de Activos, Cohorte IV



Centro de Documentación de ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios como fuerza vital para nuestras vidas, a nuestras familias por acompañarnos en este camino y darnos la fuerza que necesitábamos para poder llevar a cabo esta hermosa especialización, que nos deja grandes enseñanzas y conocimiento para nuestro quehacer profesional y para nuestra vida.

Agradecimientos especiales a la universidad del sinú-seccional Monteria, por permitirnos desarrollar nuestra investigación en su campus.

Resumen

La gestión de activos organizacionales busca gestionar todo el ciclo de vida de los activos físicos de una organización con el fin de maximizar su valor. Cubre procesos como el diseño, construcción, explotación, mantenimiento y reemplazo de activos e infraestructuras. La gestión de los activos puede mejorar su rendimiento, reducir costos, extender su vida útil y mejorar el retorno de inversión de los activos.

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación abordaremos la temática de gestión de activos desde su normativa y las directrices dadas por la ISO NTC 55001, comprender las buenas prácticas para el mantenimiento de los equipos y todo el panorama sobre el tipo de mantenimientos aplicables (preventivo, predictivo, correctivo).

De igual forma analizaremos el estado actual en cuanto a gestión de activos se refiere y el plan de mantenimiento presente en la universidad del Sinú-Elías Bechara Zainúm seccional Montería, en busca de la mejor estrategia que permita prevenir fallas y predecir el tiempo de vida útil de cada equipo.

Es de vital importancia, poder obtener la mejor estrategia para que la universidad del Sinú, mejore sus procesos y le permita la obtención de un mayor valor en sus generadores eléctricos.

Palabras claves: Gestión de activos, Estrategia, inventario, Mantenimiento, vida útil.

Abstract

Organizational asset management seeks to manage the entire life cycle of an organization's physical assets in order to maximize their value. It covers processes such as the design, construction, operation, maintenance and replacement of assets and infrastructure. Asset management can improve asset performance, reduce costs, extend asset life, and improve asset return on investment.

For the development of this research project, we address the topic of asset management from its regulations and the guidelines given by ISO NTC 55001, understanding good practices for equipment maintenance and the entire panorama of the type of applicable maintenance (preventive), predictive, corrective).

Likewise, we analyze the current state in terms of asset management and the maintenance plan present at the university of Sinú-Elías Bechara Zainúm, Montería section, in search of the best strategy that allows preventing failures and predicting the useful lifetime. of each team.

It is of vital importance to be able to obtain the best strategy for the University of Sinú to improve its processes and allow it to obtain greater value in its electrical generators.

Keywords: Asset management, Strategy, inventory, Maintenance, useful life.

Contenido

Agradecimientos.....	3
Resumen	4
Abstract.....	5
Contenido.....	6
Figuras.....	10
Tablas	11
Introducción.....	12
Objetivos.....	14
General.....	14
Específicos	14
UNO - Definir criterios y procedimientos:.....	14
DOS- Análisis costo-beneficio:	14
TRES- Estrategia para la gestión de Activos:	14
Justificación	15
Estrategias para la implementación de la gestión de activos	18
Mantenimiento en la gestión de activos.....	19
Proceso de la gestión del mantenimiento	19
Eficacia y Eficiencia	19
Historia del Mantenimiento	20
Revolución Industrial.....	21

Niveles Operativos en mantenimiento	22
Metodología	23
Diagnóstico de generadores eléctricos	24
Información de la Clase de activos Objeto del presente Estudio	25
Roles de los Generadores Eléctricos de UNISINÚ-seccional Montería	26
Revisión preliminar de criticidad	27
Estrategias del Ciclo de Vida	28
Adquisición	28
Operación	28
Mantenimiento	29
Filosofía del Mantenimiento	29
Estrategia de Mantenimiento	30
Identificación de Equipos (Taxonomía)	31
Proceso de análisis de confiabilidad	33
FMECA (Fault Mode, Effects and Cause Analysis)	33
RCM (Reliability Centered Maintenance)	34
Desarrollo de estrategias de mantenimiento	35
Documentación y estrategia de mantenimiento de equipos	35
Tipos de Mantenimientos Sugeridos para UNISINÚ	37
Mantenimiento Rutinario	37
Mantenimiento Predictivo	37

Correctivo Planificado	37
Mantenimiento Correctivo	37
Mantenimiento Proactivo	37
Mantenimiento Basado en Condición	38
Mantenimiento Mayor	38
Sistema Informatizado de Gestión del Mantenimiento (MP9)	38
Gestión de Materiales e Inventarios	40
Material Stock :.....	41
Artículos Stock de Seguridad :	41
Material No Stock :	41
Material Stock Directo :.....	41
Presupuesto	42
Riesgos	44
Acciones de Mejoras Propuestas	44
Abastecimiento	45
Disposición final	45
Logro y Alcance de los Objetivos	46
Logros del objetivo general :	46
Logro de Los Objetivos Específicos	47
UNO - Definir criterios y procedimientos :	47
DOS- Análisis costo-beneficio :	47

Costos de Implementación	48
Costos Directos.....	48
Costos Indirectos	48
Beneficios Esperados	48
Beneficios Económicos	48
Beneficios No Económicos.....	49
Evaluación de Costos vs. Beneficios.....	49
Análisis Cuantitativo	49
Análisis Cualitativo.....	49
TRES- Estrategia para la gestión de Activos:	50
a. Compromiso de la Alta Dirección	50
b. Formación de un Equipo de Trabajo	50
c. Evaluación Inicial	50
d. Definición de Políticas y Objetivos	51
e. Desarrollo de Procesos y Procedimientos.....	51
f. Implementación de Herramientas de Gestión	51
g. Monitoreo y Medición.....	51
h. Mejora Continua	51
i. Comunicación y Cultura Organizacional.....	52
j. Certificación y Reconocimiento	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

Figuras

Figura 1 Clasificación real ó mental de los niveles de Mantenimiento	22
Figura 2 Sensibilidad de la eficiencia del rendimiento global.....	23
Figura 3 Modelo para definir la estrategia del Mantenimiento	31
Figura 4 Ficha técnica Motor Diesel	32
Figura 5 Ficha técnica de un generador eléctrico.....	33
Figura 6 Modelo FMECA (Fault Mode, Effects and Cause Analysis).	34
Figura 7 - RCM (Reliability Centered Maintenance)	34

Tablas

Tabla 1 Sistema de Gestión de Activos.....	13
Tabla 2 Línea de Tiempo de la Gestión de Activos	17
Tabla 3 Generadores Eléctricos UNISINÚ-Montería	26
Tabla 4 Roles de los Generadores Eléctricos de UNISINÚ-Montería.....	26
Tabla 5 Criticidad de los Generadores Eléctricos UNISINÚ-Montería	27
Tabla 6 Tipos de Mantenimiento para realizar en los generadores	36
Tabla 7 Cronograma de la Rutina de Mantenimiento	36
Tabla 8 Repuestos a utilizar en los Mantenimiento preventivos de los Generadores	42
Tabla 9 OPEX - Presupuesto para el sostenimiento de los generadores	43
Tabla 10 CAPEX para los Generadores Eléctricos UNISINÚ.....	43
Tabla 11 Riesgos asociados a los generadores en UNISINÚ	44
Tabla 12 Plan de Mejora Propuesto.....	44

Introducción

La gestión de activos es un paradigma de negocio que integra la planificación estratégica con operaciones, mantenimiento y decisiones de inversión de capital. A nivel de operaciones, la gestión de activos empresariales apela a la eficiencia de todos los activos, incluyendo inventarios, cumplimiento de normativa y recursos humanos combinando las metas de inversión, mantenimiento, reparación y gestión de explotación (Quintero, 2015).

La gestión de activos se ha convertido en una preocupación clave para las organizaciones, ya que estos activos representan una parte significativa de su inversión y recursos. La ISO 55001 permite a las empresas abordar de manera sistemática y coherente la gestión de sus activos, ayudándoles a maximizar su valor y minimizar los riesgos asociados.

La implementación de la ISO 55001 no solo contribuye a mejorar la eficiencia operativa, sino que también promueve la sostenibilidad y el cumplimiento normativo. En un contexto donde las organizaciones enfrentan crecientes presiones para ser más responsables social y ambientalmente, adoptar prácticas de gestión de activos efectivas se vuelve imperativo (León, Valero, & Vera, 2020).

La ISO 55001 especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de activos de una organización. Esta norma utiliza un proceso estructurado, eficaz y eficiente que conduce a la mejora continua y a la creación de valor al gestionar los costos, desempeño y los riesgos asociados con sus activos.

Esta norma basa su estructura en siete elementos que debe tener todo sistema de gestión de activos, esto se aprecia en la **Tabla 1**.

Tabla 1**Sistema de Gestión de Activos**

Criterios	Descripción
Contexto de la Organización	La Organización debe establecer que factores externos e internos afectan directamente el logro de sus objetivos de GA (Sistema de Gestión de Activos)
Liderazgo	El liderazgo se ejerce de manera visible por la alta gerencia, es necesario el compromiso por parte de la alta gerencia para asegurar el éxito del sistema de gestión de activos; dado que la alta gerencia tiene como función establecer los objetivos organizacionales y las políticas administrativas de activos.
Planificación	La planificación implica la evaluación de factores internos y externos, el establecimiento de criterios para la toma de decisiones, la disponibilidad de recursos.
Apoyo	La organización será quien determine y proporcione los recursos Necesarios durante la elaboración y ejecución del sistema de gestión de activos.
Funcionamiento	Permite a la organización un control sobre los procesos, establecer el nivel de cambio y evaluar las actividades que puedan tener un impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos.
Evaluación de desempeño	Establece los criterios para el seguimiento, medición, análisis y evaluación de las actividades internas y/o externas que garanticen la obtención de los resultados.
Mejora Continua	Plantea la presencia de inconformidades a las cuales haya necesidad de realizar una acción preventiva y/o acción correctiva, con el fin de obtener un sistema de gestión de activos eficiente y productivo

Nota. La manera de organizar la gestión de activos es la que se muestra en la tabla (Medina R. J.-N., 2016).

El sistema de gestión de activos es esencial para cualquier organización que busque optimizar el uso de sus recursos, reducir riesgos y alinearse con sus objetivos estratégicos. A pesar de los desafíos que pueden surgir en su implementación, los beneficios superan con creces las dificultades, al adoptar un enfoque estructurado y sistemático (Medina R. J.-N., 2016).

Objetivos

El proceso enmarca todos los objetivos tanto el principal como los individuales.

General

Mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos mediante una estrategia que permita la implementación de un sistema de gestión de activos para los generadores eléctricos de la universidad del Sinú-seccional Montería bajo los lineamientos de la NTC ISO 55001 (Medina, Pérez, Núñez, & Curbelo, 2015).

Específicos

A continuación, se listan los objetivos individuales

UNO - Definir criterios y procedimientos:

Definir los criterios y procedimientos para la recolección de datos necesarios como parte de la estrategia para la implementación de un sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ.

DOS- Análisis costo-beneficio:

Diseñar un análisis costo-beneficio que permita evaluar la rentabilidad de la estrategia para la implementación del sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ, bajo los lineamientos de la NTC ISO 55001.

TRES- Estrategia para la gestión de Activos:

Establecer la estrategia que permita la implementación de un sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ bajo los lineamientos de la NTC ISO 55001 (García, Guzmán, Prada, & Trujillo, 2020).

Justificación

En las organizaciones la gestión de activos viene tomando fuerza en aquellas que manejan activos físico-productivos en Colombia en la última década, de ellos es muy importante entender los principios y elementos aplicables para la implementación exitosa de un modelo de gestión de activos (Amendola, 2011).

Los métodos y estrategias de la implementación de un sistema de gestión de activos para equipos productivos en el país, hoy por hoy es evidente que las empresas adoptan esta implementación como pionera en sus procesos, para el cumplimiento de sus metas y objetivos estratégicos. Lo anterior es siempre apuntando a generar mayor valor de sus activos, extender su vida útil de manera que se aproveche más tiempo el activo.

Por último, hay que saber diferenciar los alcances de la gestión de activos y la gestión del mantenimiento, aunque hay relación entre si los conceptos con diferentes (López & Martínez, 2022).

Hablando de mantenimiento y su gestión planifica actividades de mantenimiento con frecuencias periódicas que ayudan a prolongar la vida útil del equipo y que le trabaje para lo que fue dispuesto y de la mejor forma. En toda esa estrategia de mantenimiento incluye: rutinas y tareas de inspección, limpieza, lubricación y engrase de sus partes, cambio y reemplazo de partes por su desgaste.

La gestión de activos se remota de los años 1970 puntualmente cual la decisión de la OPEP (Organización de países exportadores de petróleo) de aumentar los precios del

petróleo por los años 1973 – 1979, en estos años se termina con un petróleo barato y así había intervenido en el desarrollo de la posguerra.

Entonces y como consecuencia de aquellos cambios, se frena la aceleración del crecimiento económico, crece la inflación y se dispara el desempleo; para mantener su productividad muchas empresas en esos momentos redujeron mano de obra, iniciando con ahorros de energía y buscaron otras alternativas que solventaran la crisis.

Por lo acontecido anteriormente, las empresas buscan el mejoramiento de su rentabilidad mediante planes y estrategias que pudieran bajar los costos y subir la productividad, por consecuencia en 1990 nace en los estados unidos la *North American Maintenance Excellence Award* lo cual busco las mejores empresas lideres en calidad y se intercambian las 10 mejores prácticas (Medina R. J.-N., 2016).

Para la gestión de activos, ocurre un evento muy importante ya que en el Reino Unido nace el *Institute of Asset Management (IAM)* esta a su vez se dedicó a unir empresas interesadas en mejorar sus procesos incrementando rentabilidad y mejorando su productividad. Estas nuevas prácticas traen consigo una revolución en Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, entonces nace una cultura y una filosofía llamada Gestión de Activos.

El sistema de gestión de activos (SGA) es un enfoque estructurado que permite a las organizaciones gestionar sus activos de manera efectiva para maximizar su valor, minimizar riesgos y alinearse con los objetivos estratégicos. Este análisis abordará los componentes clave de un SGA, sus beneficios, desafíos y las mejores prácticas para la estrategia que permita la implementación.

Tabla 2

Línea de Tiempo de la Gestión de Activos

Año	Descripción
1970	Específicamente al momento cuando la OPEP toma la decisión de de aumentar el precio del crudo
1990	Se crea en los EE. UU. la <i>North American Maintenance Excellence Award</i> , cuyo objetivo principal es impulsar la calidad y competencia en el uso de las “mejores prácticas”
1973-1979	Terminó con el petróleo barato que había lubricado el crecimiento de posguerra.
1993	Un hecho muy importante para la Gestión de Activos, nace en el Reino Unido el <i>Institute of Asset Management (IAM)</i> , y agrupa diversas empresas interesadas en compartir experiencias y mejores prácticas orientadas básicamente a mejorar rentabilidad y productividad.
2003-2004	Se establece el comité de British Standard en <i>Asset Management</i> , en mayo de 2004 se publican las especificaciones British Standard PAS 55 el cual establece 28 requerimientos.
2008	Ocurre la internacionalización, nace PAS 55 en español y debido a la gran aceptación de PAS 55, se plantea la generación de una norma o estándar ISO
2012	El IAM lanza el documento <i>Asset Management – an anatomy</i> . Este es un documento muy importante para la Gestión de Activos, el cual establece un símil entre la disciplina de la anatomía del cuerpo humano y la anatomía de la gestión de activos

Nota. La ilustración representa eventos importantes en la línea de tiempo de la gestión de activos.

La gestión de activos ha evolucionado significativamente desde sus inicios, transformándose en una disciplina esencial que abarca no solo el mantenimiento de activos, sino también la gestión del riesgo, la sostenibilidad y la optimización de recursos.

La implementación de estándares como la ISO 55000 ha proporcionado un marco estructurado que permite a las organizaciones gestionar sus activos de manera efectiva, adaptándose a los cambios tecnológicos y a las exigencias del entorno actual (López W. R.-D., 2022).

Estrategias para la implementación de la gestión de activos

Existen varias teorías, acerca de la implementación de la gestión de activos, se han empleado en empresas de mantenimientos, empresas de servicios, empresas de infraestructura, empresas de redes eléctricas y distribución, entre otras. En estos sectores se han presentado avances considerables de la implementación de la gestión de activos, evaluaciones económicas como muestra de la implementación en diferentes sectores mencionados anteriormente.

Se observa que la gestión de activos bajo estándares internacionales se encuentran trabajos en los cuales se establecen las coincidencias entre las normas PAS 55 e ISO 55000 hoy en día y las diferencias entre implementar una u otra. En estos trabajos se muestra la integración del departamento de mantenimiento en las estrategias de GA y su articulación a la empresa por medio de la generación de valor en el producto o servicio ofrecido a partir de los activos que permiten a la compañía conseguir sus objetivos organizacionales de manera integral (Depool, 2013).

En cuanto al uso de la gestión de activos para mejorar la gestión del mantenimiento, pasando del área técnica al área estratégica de las organizaciones, algunos trabajos han mostrado que el uso de herramientas probabilísticas, indicadores enlazados al desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocio, aprendizaje y crecimiento, han ayudado a mejorar la confiabilidad y el desempeño de los equipos (López G. A.-L., 2019).

Mantenimiento en la gestión de activos

En la moderna gestión del mantenimiento hoy día determina todos los objetivos y prioridades para la ejecución del mantenimiento en una empresa, las estrategias y las responsabilidades en la gestión de este. Con lo anterior se proyectará la empresa a optimizar la implementación de una estrategia de mantenimiento, planeación, programación y ejecución teniendo presente los aspectos económicos (Parra & Crespo, 2012).

Proceso de la gestión del mantenimiento

En el proceso de la gestión del mantenimiento, se deberá dividir en dos conjuntos de procesos, los cuales serán: Definición e Implementación de la estrategia de mantenimiento. La definición de la implementación va ligada a los objetivos corporativos de la empresa, alineados a los objetivos de mantenimiento; cabe aclarar que se debe alinear a las metas corporativas y planes del negocio (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997).

Por otra parte, la implementación se basa en adquirir conocimiento con personas idóneas para el mantenimiento, este nivel de conocimiento abarca desde la planeación hasta la ejecución de las actividades de mantenimiento

Eficacia y Eficiencia

Se describe estos dos aspectos importantes en la implementación de la estrategia de la gestión del mantenimiento, siendo la eficacia la bondad en que el departamento de mantenimiento cumple con los objetivos de la empresa y siendo la eficiencia esos

métodos que nos lleva al cumplimiento de las metas sin derroches económicos solo usando lo verdaderamente necesario y cumpliendo con la estrategia.

Historia del Mantenimiento

Hablando del mantenimiento y su historia, el objetivo específico del mantenimiento es poder sostener la funcionabilidad de los activos físicos y poder preservar su buen estado; en su ciclo de vida productivo es importante entender que el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo y es útil para las empresas en sus procesos dependiendo del *Core Bussines* para generar valor (Mora, 2009).

La historia del mantenimiento, se remota de la necesidad de mantener las maquinas que a través del tiempo fueron apareciendo en las industrias, para producir bienes y servicios a los usuarios; el activo humano interviene ya que sin él no se podría detectar la necesidad de aplicar mantenimiento en las industrias.

A mediados del siglo XX se reconoce la aparición de los sistemas o programas de mantenimiento para sostener y mantener las maquinarias en las industrias, en los estados unidos los equipos iban a falla y es ahí donde se solucionaban cuando el equipo fallaba no era preventivo el mantenimiento (Arroyo & Obando, 2022).

El mantenimiento ha evolucionado a medida que las empresas crecen y generan más valor, la necesidad de sostener esas máquinas llevó al hombre a la evolución del mantenimiento dejando de hacer correctivo y logrando entrar en la filosofía del preventivo, todo esto para obtener el costo-beneficio de esos equipos que mueve esas empresas.

Revolución Industrial

En la revolución industrial tuvo una época de grandes inventos, grandes creaciones, bosquejos, máquinas, mecanismos, explicación y conocimientos que fueron las bases para ese gran avance de la revolución industrial. Algo importante se refiere a la creación de las máquinas a vapor (Watt 2008) esto puso un gran avance en el desarrollo de las ingenierías.

Tras ese hecho de la creación de la máquina de vapor, nace el ideal que el hombre no es para las maquinas sino más bien las maquinas traen un servicio a la humanidad en múltiples oficios (Di Fiore & Terlato, 2021).

En ese tiempo se desarrolla magnamente la ingeniería textil, de ahí se inician los sistemas de producción en grandes volúmenes de entregas, los ingleses son pioneros en aplicar ciertos grados de mecanismos y agregando que también son pioneros en los primeros procesos con automatización. De ahí lo ingleses pueden dar inicio a esa producción en cadena para obtener grandes cantidades de productos para entrega.

En la actualidad, se aprovecha todo ese conocimiento que dio la revolución industrial, las máquinas a vapor iniciaron implementación como vemos hoy en día también con el tema de generación eléctrica. Todo esto se da inicio desde los siglos XIX y XX, con los grandes progresos de las maquinas se logra una independencia de la ingeniería mecánica de las demás ingenierías y con el progreso en el siglo XX se consolida aún más las especializaciones de las ingenierías (Saavedra, 2022).

Niveles Operativos en mantenimiento

Existen niveles operativos basados en un enfoque llamado kantiano y en su segundo nivel plantea que existen posibles acciones que pueden ejecutarse a nivel de mantenimiento. Lo anterior se evidencia en tareas de mantenimiento antes y después de las fallas reales o fallas potenciales en los equipos (Cárcel, 2015).

Figura 1

Clasificación real ó mental de los niveles de Mantenimiento



Nota. La figura representa la clasificación real o mental de los niveles de mantenimiento (Mora, 2009).

El hombre puede desarrollar sobre las máquinas, posibles acciones mentales que generan un nivel como se aprecia en la **Figura 1**, solo el hombre es el que puede definir el nivel de mantenimiento. Hablamos de tareas no planeadas en mantenimiento cuando hablamos de reparaciones en equipos, se muestra la falla y se actúa después de ella.

De estas fallas existen 4 tipos: correctivas y modificativas; en mantenimiento podemos hablar de que antes de que se materialice la falla o suceda una avería se hacen tareas planeadas de mantenimiento (Mora, 2009).

Metodología

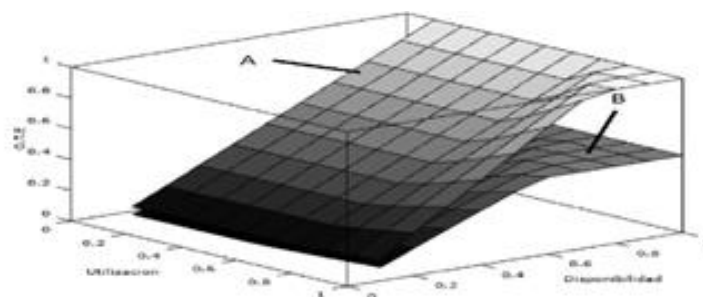
Para identificar oportunidades en procesos de mejora en gestión de activos se establece priorizaciones realistas y consecuentes, uno de los principales puntos en estos análisis es poder saber cuál es el efecto que cada elemento de un sistema genera en el rendimiento. Cuanto más compleja es la estructura, más difícil es determinar este efecto.

Desde el punto de vista de la priorización de actividades en los equipos y sistemas, no todos los equipos tienen la misma importancia, pues no todos los activos cuando están indisponibles por fallas provocarán el mismo problema al negocio. Existen equipos ante los cuales el sistema es más sensible que otros en cuanto a la pérdida de rendimiento global cuando se verifican variaciones en la disponibilidad y/o en la utilización (Becerra, Porras, & Buitrago, 2017).

Se evidencian equipos de las empresas donde se verifican menores efectos (menor sensibilidad) en el OTE al sufrir variaciones en disponibilidad y en la utilización. Visto de otra manera, hay equipos, que de acuerdo con la configuración en que se encuentran en el sistema productivo, el rendimiento será más o menos sensible a variaciones en sus respectivos valores de disponibilidad.

Figura 2

Sensibilidad de la eficiencia del rendimiento global



Nota. La figura muestra la Sensibilidad en la eficiencia del rendimiento global (Durán, González, Crespo, & Guillén, 2019).

Diagnóstico de generadores eléctricos

Inicialmente conocer el estado real del equipo es importante para una buena planeación de los diagnósticos de los equipos de generación eléctrica, por ejemplo, en los sistemas o componentes que conforman en generador eléctrico.

Estos componentes se han por mucho tiempo diagnosticado por medio de las rutinas ejecutadas de inspección y rutinas programadas de mantenimiento correctivos, siendo estas últimas rutinas paros programados (Campuzano, 2016).

La incursión de realizar mantenimientos predictivos a estos equipos mejora la proyección del mantenimiento en ahorros en tiempo y costos al ejecutar mantenimientos. Anticiparse a la falla es la mejor opción de evitar daños mayores en estos equipos de generación.

Estas técnicas y estrategias consisten en realizar diagnósticos con el equipo en línea, la tendencia mundial hacia el mantenimiento predictivo ha incrementado la posibilidad de obtener mejores diagnósticos internos del estado de los equipos, aplicando diversas técnicas de monitoreo en línea, principalmente de descargas parciales de fluido eléctrico en la generación (Dorrbercker, Torres, & Molé, 2012).

EL monitoreo en línea resulta muy exitoso para prevenir fallos mayores en estos equipos, dotar de sensores varios en los sistemas críticos como lo son:

- Aceite motor (Medir niveles, temperaturas y presiones).
- Líquido refrigerante (Medir niveles).
- Vibraciones.

- Temperaturas por cilindro del motor.
- Gases de emisiones por la combustión.
- Sobre velocidad
- Altos voltajes en generación (Fernández & Duarte, 2017).

Podemos tener muchos más dispositivos que censen estas variables, teniendo como prioridades en cada variable que las protecciones actúen dependiendo de su programación, si son alarmas informativas, alarmas secundarias más críticas y alarmas finales que paren el equipo como protección.

Llevar todas estas alarmas, o más bien registrar estos eventos en un blog de notas de cada equipo, monitoreado por el sistema que se instálale es el estudio de la data requerida para el análisis de confiabilidad a estos equipos y mejorar aún más las técnicas de mantenimiento (Salavarieta & Fuquen, 2019).

Información de la Clase de activos Objeto del presente Estudio

Los activos objeto del presente estudio, son los generadores eléctricos de la Universidad del Sinú- Elías Bechara Zainúm, los cuales cumplen una función importante como soporte de energía a los edificios donde reposan laboratorios, oficinas administrativas y el centro de tecnología institucional.

En la **Tabla 3** se pueden apreciar los generadores objeto de la presente investigación y las características técnicas de los mismos, como lo son la marca, el modelo, serial, costo y la capacidad.

Tabla 3**Generadores Eléctricos UNISINÚ-Montería**

ACTIVO	MARCA	MODELO	SERIAL	COSTO	CAPACIDAD
PLANTA ELECTRICA ZENU	ENERMAX	GD250C	NA	\$67.852.749	250KVA
PLANTA ELECTRICA BLOQUE 5	PERKINS	PT120	2015041012	\$ 79.600.000	120KVA
PLANTA ELECTRICA BLOQUE 7	CITIAGRO	T150X	TPS01FJ181239	\$68.911.818	150 KVA
PLANTA ELECTRICA SEDE CLINICA ODONTOLOGICA	CITIAGRO	AC150	2950X1100X1250	\$107.895.000	150 KVA
PLANTA ELECTRICA SEDE ADMINISTRATIVA	CATERPILLAR	D333A	105SH168	\$80.000.000	150 KVA

Nota. La Tabla Muestra las características de los generadores eléctricos de UNISINÚ-seccional Montería.

Roles de los Generadores Eléctricos de UNISINÚ-seccional Montería

A continuación, se presentan los roles que cumplen los generadores eléctricos de la Universidad del Sinú-Elías Bechara Zainúm seccional Montería, señalados en la **Tabla 4**.

Tabla 4**Roles de los Generadores Eléctricos de UNISINÚ-Montería**

COMPETENCIAS	FORMACIÓN
Generador Eléctrico AUDITORIO ZENÚ	El generador eléctrico tiene como función principal el soporte de energía para los edificios 11,2 y 3 donde se encuentran los servidores que almacenan la información académica de la institución.
Generador Eléctrico EDIFICIO 5	Este Equipo tiene como función principal el soporte de energía para el edificio 5 donde se encuentra el laboratorio de Biomédicas y las aulas de clases de ciencias de la salud.
Generador Eléctrico EDIFICIO 7	El generador eléctrico tiene como función principal el soporte de energía para el edificio 7 donde se encuentran los laboratorios y Aulas de clases de la Facultad de ciencias e Ingenierías.
Generador Eléctrico Clínica Odontológica	El Generador eléctrico tiene como función principal el soporte de energía a los equipos tecnológicos de la oficina administrativa, a las unidades odontológicas y compresores que son utilizados para prestar servicio externo y académico.
Generador Eléctrico Sede Administrativa	Este generador eléctrico tiene como función principal el soporte de energía a los equipos tecnológicos de la oficina administrativa, a las unidades odontológicas y compresores que son utilizados para prestar servicio externo y académico.

Nota. La Tabla presenta los roles de los generadores eléctricos de UNISINÚ-seccional Montería

Revisión preliminar de criticidad

Se debe realizar una selección preliminar de los equipos para la generación con personal de mantenimiento (directos y tercerizados) de apoyo que hayan sido identificados que son prioridad para la generación eléctrica. La criticidad de los generadores determina la prioridad con la que se deben analizar sus componentes y los requerimientos óptimos de mantenimiento desde la perspectiva de la confiabilidad.

Los sistemas que no son críticos para la generación de electricidad no requieren análisis de confiabilidad, solo es necesario aplicar un mantenimiento básico que se debe guiar por las recomendaciones del proveedor, por requerimientos regulatorios o por la experiencia de la operación (Chávez, Jiménez, & Cucuri, 2020).

Tabla 5

Criticidad de los Generadores Eléctricos UNISINÚ-Montería

Nombre del equipo	Identificador o número de activo	CRITICIDAD					Criticidad
		Probabilidad	Consecuencia				
			Seguridad	Ambiente	Costo	Reputación	
Planta eléctrica ZENÚ	CUAZ1655042 3297	3	1	1	2	4	ALTA
Planta eléctrica EDIFICIO 5	CUE51655042 3296	3	1	1	2	4	ALTA
Planta eléctrica EDIFICIO 7	CUE71655041 7046	3	1	1	2	4	ALTA
PLANTA ELECTRICA SEDE CLINICA ODONTOLOGICA	COCM165504 38843	1	1	2	2	4	BAJA
PLANTA ELECTRICA SEDE ADMINISTRATIVA	SACM1655042 9819	1	1	2	2	4	BAJA

Nota. La Tabla Muestra la Criticidad de los generadores eléctricos de UNISINÚ-seccional Montería

La identificación y criticidad de los Generadores Eléctricos objeto del presente estudio puede apreciarse en la **Tabla 5**.

Estrategias del Ciclo de Vida

Adquisición

La necesidad de la adquisición de los generadores eléctricos se emana desde la Dirección operativa y se hace de acuerdo con la necesidad de cada edificio, luego de esto un ingeniero eléctrico institucional verifica y certifica la capacidad en kva que se requiere para cubrir la necesidad de dicho edificio.

En el informe el ingeniero eléctrico, recomienda el generador que él reconoce es apropiado por su experiencia y bajo los criterios de (Cantidad de kva requeridos para cubrir la necesidad, marca del generador con mejor disponibilidad de repuestos en el departamento y que los proveedores locales puedan atender su mantenimiento (Cortés, 2020).

El informe técnico, deberá ser enviado a la dirección administrativa quien se encargara de cotizar con mínimo 3 proveedores locales y pasar a un comité de compras quienes deciden con que proveedor se realizará la adquisición teniendo en cuenta también el precio y las garantías postventa.

Operación

La operación de los generadores eléctricos inicia al momento de que hay cortes de energía, el técnico electricista deberá supervisar que inicie correctamente y se encuentre bajo los parámetros establecidos para evitar sobrecargas; revisar los niveles de aceite, acpm y se monitorea mientras pasa la eventualidad (Robayo, Valverde, & Castro, 2020).

Una vez por semana, se deberán hacer pruebas de funcionamiento de los generadores para detectar fallas y poder subsanar antes de que pueda ocurrir un evento donde se requiera el funcionamiento de este.

Mantenimiento

Para el mantenimiento de los generadores eléctricos se deberá hacer la implementación de la herramienta MP9 que permite llevar el registro a través de OTS de los trabajos realizados a los mismos. El mantenimiento preventivo, se deberá realizar cada 6 meses o cada que se cumplan 500 horas de trabajo, donde se hace cambio de aceite, filtros y se verifican los parámetros de funcionamiento (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013).

El mantenimiento preventivo y correctivo debe ser tercerizado con proveedores locales, debido a que la universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm-Seccional Montería, no cuenta con el personal capacitado para realizar este tipo de mantenimiento.

Los criterios a tener en cuenta para la escogencia del proveedor de mantenimiento para los generadores eléctricos son los siguientes:

- Calidad del servicio
- años de experiencia en este sector
- Garantías en la venta y postventa del servicio
- Precios
- Servicio integral (Mantenimiento y suministro de repuestos) (Valdez, Martínez, Silva, & Guerrero, 2022).

Filosofía del Mantenimiento

La filosofía de mantenimiento se centra en las diferentes actividades que desarrollará la universidad a través del personal disponible actualmente (contratista), el equipo de mantenimiento y sus contratistas para lograr los objetivos. La gestión del mantenimiento se basará en el proceso de planificación y programación, ejecución y control de

actividades (P&P), respaldado por el uso eficiente y óptimo del sistema informático de gestión del mantenimiento (MP9) para asegurar la integridad y eficiencia de los activos. Todas las actividades de mantenimiento deben realizarse de manera que se garantice la salud de las personas, la integridad de las instalaciones, sin tener impactos negativos en el medio ambiente y la imagen de la empresa (Ariza, 2023).

Todas las actividades de mantenimiento cumplen con las normas obligatorias y los estándares de seguridad para el aislamiento, bloqueo y etiquetado de equipos. Para realizar un control efectivo de los riesgos e impactos, estas actividades se implementarán previo análisis de la seguridad laboral a través de la diligencia del análisis de seguridad laboral y seguirán el proceso de permiso para trabajar.

Estrategia de Mantenimiento

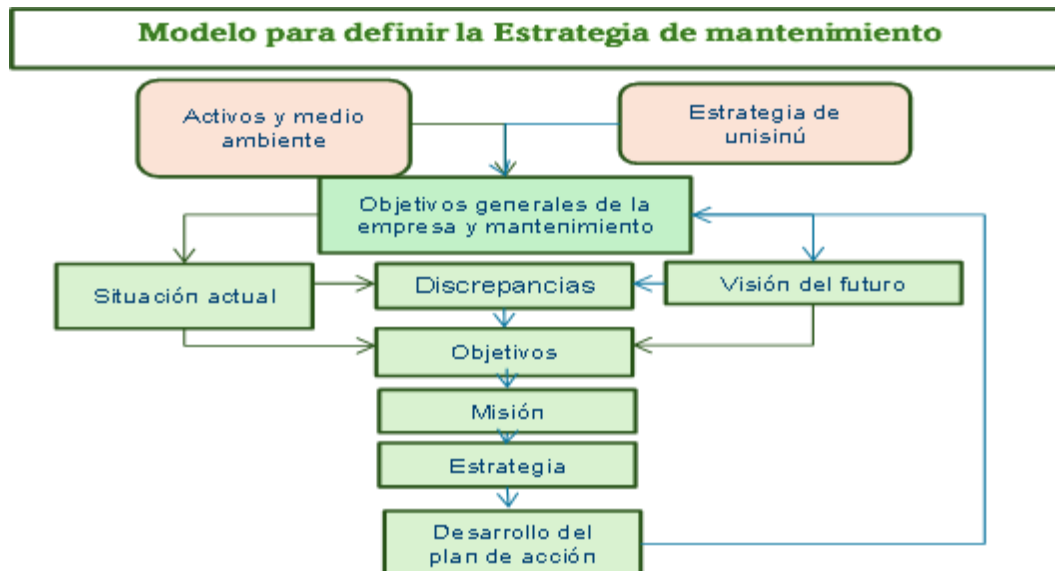
El mantenimiento es una actividad realizada por profesionales dedicados a la conservación de las funciones de los generadores instalados, se desarrolla a partir de la implementación de estrategias efectivas de inspección, limpieza, reemplazo, monitoreo, calibración y controles posibles para garantizar que los equipos se encuentren en constante actividad y se encuentren el mayor tiempo posible (Ardila, Ardila, Rodríguez, & Hincapie, 2016).

En condiciones óptimas de confiabilidad y de seguridad en su operación y eficiencia y de esta manera maximizar la rentabilidad de la empresa. Para lograr estos objetivos, el mantenimiento deberá trabajar a través de la siguiente estrategia general, la cual deberá ser aplicada a los diferentes contratos o contratistas de mantenimiento ya que el mantenimiento es tercerizado.

Los activos de la Organización se dividirán en unidades mantenibles espacialmente, los generadores eléctricos. Se combina la división, clasificación estructural y jerárquica de los activos en lo que se refiere, tomando en cuenta la ubicación geográfica, el trabajo que desempeña, su posición en un proceso de generar fluido eléctrico (Castillo, Prieto, & Zambrano, 2013).

Figura 3

Modelo para definir la estrategia del Mantenimiento



Nota. La Figura presenta la estrategia de Mantenimiento para UNISINÚ.

Identificación de Equipos (Taxonomía)


Todo equipo deberá tener un número TAG que identifique la unidad o sistema mantenible, para luego desarrollar el árbol jerárquico de equipos o taxonomía, que busca tener el listado y ubicación actual de los generadores eléctricos. La taxonomía de equipos debe estar basada en la norma ISO14224 (Iso, 2016).


La norma ISO 14224 se refiere a la recopilación y el intercambio de datos sobre la confiabilidad y el mantenimiento de equipos. Se centra en la gestión de la información relacionada con la confiabilidad y el mantenimiento, proporcionando un marco para la recopilación de datos que puede ser utilizado por diversas industrias, especialmente en los sectores donde la disponibilidad y el rendimiento del equipo son críticos.

A continuación, se presenta una muestra de cómo se deberán realizar las fichas técnicas de cada uno de los generadores, para identificar sus capacidades, modelos, seriales, datos técnicos que aporten en la estrategia de mantenimiento (Mendieta, 2008).

Figura 4

Ficha tecnica Motor Diesel

		UNIVERSIDAD UNISINU	
		Ficha de Características Técnicas: Motor Diesel	
		FECHA: 28/08/2024	VERSIÓN: 1: 1

	UBICACIONES		
	Sitio:	PLANTA AUDITORIO ZENÚ	
	Sistema:	UTILITARIOS CEDE ZENÚ	
	Subsistema:	SISTEMA DE DISTRIBUCION ELÉCTRICA	
	Localización:	BLOQUE B	
	Fecha compra del activo	08/2009	
	Antigüedad (Años)	15.12	
DESCRIPCIÓN EQUIPO			
Nombre Equipo:	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA		
TAG Equipo:	NA		
Marca:	PERKINS	Modelo:	PT20
Año Fabricación:	2009	Familia:	GENERADORES
Numero Inventario:	NA	SER N°	NA
Función:	TRANSMITIR TORQUE AL GENERADOR PARA PRODUCIR FLUIDO ELÉCTRICO.		


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
RPM	1800	POTENCIA	
Velocidad de operación	1800	COMBUSTIBLE	DIESEL
		HP	150


CARACTERÍSTICAS ADICIONALES			
DIMENSIONES:	1123x2550x1300 MM	PESO	2000 KG
RELACION COMPRESIO	14 10	REFERENCIA	NA
CILINDRADA	4"	NUMERO TIEMPOS	4
ORDEN DE ENCENDIDO	1-3-4-2	SISTEMA ENCENDIDO	ELECTRICO
TORQUE:	120 N	CARRERA	NA
REFRIGERANTE	LUBRISTONE	CANTIDAD	6 GALONES
TIPO ACEITE MOTOR	MOBIL 15W40	CANTIDAD	15 GALONES

Nota. La Figura Muestra la Ficha técnica del Motor Diesel

Figura 5

Ficha técnica de un generador eléctrico

	UNIVERSIDAD UNISINU				
	Ficha de Características Técnicas: Generador Eléctrico			FECHA: 28/08/2024	VERSIÓN: 1: 1

	Sitio:	PLANTA AUDITORIO ZENÚ				
	Sistema:	UTILITARIOS CEDE ZENU				
	Subsistema:	SISTEMA DE DISTRIBUCION ELÉCTRICA				
	Localización:	BLOQUE 5				
	Fecha compra del activo	8/6/2009				
	Antigüedad (Años)	15.12				
	DESCRIPCIÓN EQUIPO					
	Nombre Equipo:	GENERADOR MOTOR PERKINS PT120				
	TAG Equipo:	NA				
	Marca:	ENERMAX	Modelo:	GD250C		
Año Fabricación:	2008	PART N°	NA			
Numero Inventario:	NA	SER N°	2015041012			
Función:	GENERAR ENERGIA ELECTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL AUDITORIO					

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Potencia:	180 KW	Voltaje:	220 V	Frecuencia:	60 Hz	Fases:	3
Velocidad:	1800 RPM	Corriente:	1729 A	Kva	250	FP:	0.8

Nota. La Figura Muestra la Ficha técnica del generador eléctrico.

Proceso de análisis de confiabilidad

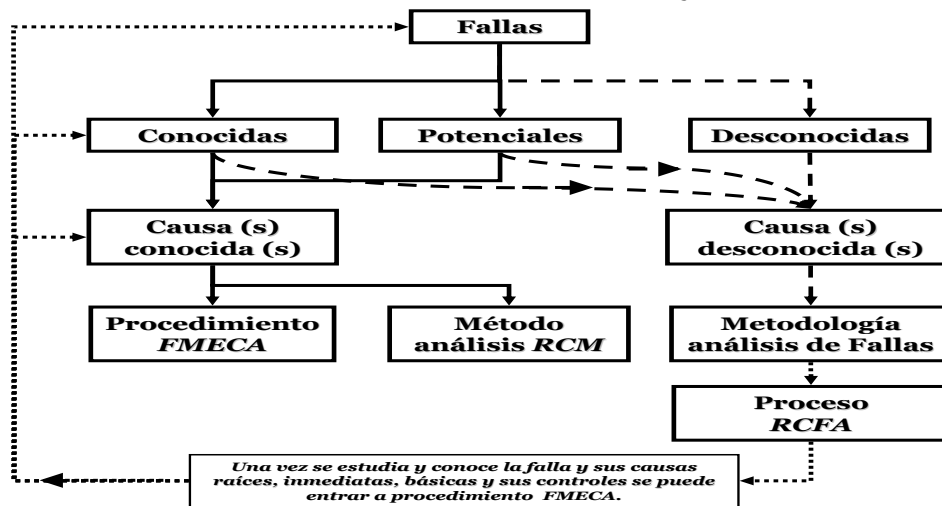
El análisis de confiabilidad determina los requerimientos de mantenimiento de los equipos de acuerdo con sus condiciones de operación con el uso de métodos como:

FMECA (Fault Mode, Effects and Cause Analysis).

El FMECA (Análisis de Modos de Falla, Efectos y Causas) es una metodología utilizada para identificar y evaluar los modos de falla potenciales en un sistema, sus efectos y las causas que los originan. Se utiliza principalmente en ingeniería y gestión de riesgos para mejorar la confiabilidad y la seguridad de productos y procesos. Esto se puede apreciar en la **Figura 6**.

Figura 6

Modelo FMECA (Fault Mode, Effects and Cause Analysis).



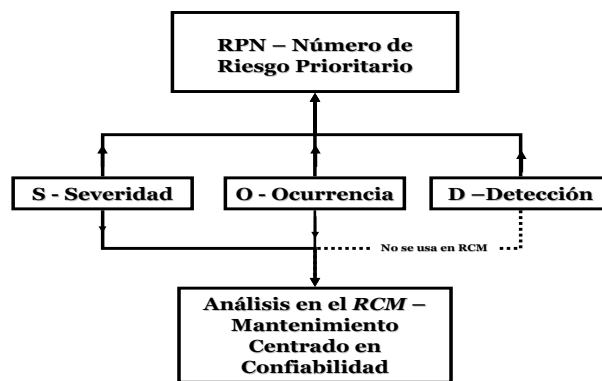
Nota. La Figura muestra el modelo FMECA (Mora, 2009).

RCM (Reliability Centered Maintenance)

El RCM (*Reliability-Centered Maintenance*) es un enfoque sistemático para el mantenimiento que se centra en garantizar la confiabilidad y el rendimiento óptimo de un sistema a lo largo de su vida útil. Se utiliza principalmente en industrias donde la falla de un equipo puede tener consecuencias significativas, como la aviación, la energía y la manufactura.

Figura 7 -

RCM (*Reliability Centered Maintenance*)



Nota. La Figura muestra el modelo FMECA (Mora, 2009).

PMO (Planned Maintenance Optimization)

Para determinar las actividades de mantenimiento óptimas y frecuencias de aplicación.

También se aplican otras técnicas, por ejemplo (Manterola, et al., 2018) .

RCA (Root Cause Analysis)

Para identificar las causas raíz de falla de los equipos o cualquier desviación del desempeño e identificar soluciones para eliminar o mitigar la ocurrencia de problemas. Es muy importante tener en cuenta la experiencia del personal técnico para completar y revisar la estrategia.

Desarrollo de estrategias de mantenimiento

El equipo de mantenimiento y la confiabilidad serán responsables de determinar la estrategia de mantenimiento para los generadores eléctricos:

- Consecuencias de la falla del equipo.
- La confiabilidad inherente del equipo.
- Equipos de respaldo o autónomos.
- Las políticas y estándares de la empresa (Parra & Balda, 2020).

Documentación y estrategia de mantenimiento de equipos

Los tipos de mantenimientos sugeridos y la aplicación de los componentes específicos de los generadores eléctricos, según la estrategia de mantenimiento son los que se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Tipos de Mantenimiento para realizar en los generadores

Crterios	Descripción	Ejecutado por
Planeación de Mantenimiento (PM)	Diario, Mensual, Anual	Equipo de Mantenimiento
Mantenimiento Predictivo (MP)	Bi-anual, Anual	Equipo de Mantenimiento
Mantenimiento Correctivo (MC)	Diario, Mensua	Equipo de Mantenimiento
Mantenimiento Proactivo (MPR)	Diario, Mensual, Anual	Equipo de Mantenimiento
Mantenimiento Basado Condición (CBM)	Diario, Mensual, Anual	Equipo de Mantenimiento
Mayor overhaul or Specialized Service	Bi-anual, Anual	Equipo de Mantenimiento

Nota. La Tabla Presenta los tipos de Mantenimiento sugeridos para aplicar en los Generadores

Para el desarrollo de las actividades según su frecuencia se deberá hacer el calendario de las actividades según su unidad de medida de vencimiento de la rutina (Horas o tiempo), es decir si es por horómetro se deberá registrar en el MP9 sus horas y si es por tiempo el software contará para la generación de la orden de trabajo (OT) (Paredes, 2020).

Tabla 7

Cronograma de la Rutina de Mantenimiento



Nota. La Figura Presenta la rutina de Mantenimiento sugerida para aplicar en los Generadores.

Tipos de Mantenimientos Sugeridos para UNISINÚ

Mantenimiento Rutinario. Este mantenimiento se ejecuta de acuerdo con un cronograma de actividades que fue desarrollado previamente por los ingenieros de mantenimiento y programado en el MP9; de acuerdo con una estrategia de mantenimiento.

Mantenimiento Predictivo. Este tipo de mantenimiento utiliza técnicas predictivas para identificar problemas incipientes o avanzados en los diferentes equipos, un ejemplo de esto es: Termografía, Análisis de Vibraciones, Ultrasonido, Análisis de Aceite, Análisis de Aceite Dieléctrico, se ejecutan de acuerdo con un cronograma de actividades que fue desarrollado previamente por los ingenieros de mantenimiento y programado en el MP9.

Correctivo Planificado. Son trabajos donde la acción correctiva puede ser programada e incluida en el CMMS, a través de la Planificación y Programación de Procesos (P&S). La falla es detectada pero el personal de mantenimiento tiene tiempo para planificar la reparación antes de que ocurra el daño (Obando & Arroyo, 2022).

Mantenimiento Correctivo. Son trabajos donde la acción correctiva es requerida de inmediato, y la consecuencia no puede esperar a la programación del trabajo, se considera una emergencia y necesita atención inmediata. El equipo de mantenimiento debe verificar en matriz la priorización de las actividades y los tiempos de respuesta.

Mantenimiento Proactivo. Son trabajos que el equipo de mantenimiento realiza por oportunidad o cuando la ingeniería de las instalaciones no se ejecuta, se ejecuta parcialmente o no se toma en cuenta en la ingeniería de detalle o construcción.

Mantenimiento Basado en Condición. Es parte del mantenimiento predictivo que enfoca los esfuerzos de acuerdo con el estado de los equipos que se miden con equipos predictivos, esta filosofía busca reducir el mantenimiento preventivo (Jimenez & Endar, 2022)

Mantenimiento Mayor. Este tipo de mantenimiento se ejecuta de acuerdo con un cronograma de actividades que dependen de la edad, horas de operación o condición del equipo (Mantenimiento basado en condición o CBM). Este es un mantenimiento principal que se desarrolla sobre todos los componentes. Generalmente, se programa en el MP9 y se ejecuta de acuerdo con una estrategia de mantenimiento (Medina R. , 2022)

Sistema Informatizado de Gestión del Mantenimiento (MP9)

El Sistema Informatizado de Gestión de Mantenimiento cuenta con una serie de normas y estándares que generan un valor añadido a la ingeniería de mantenimiento al implementarlos, ya que asegura de manera óptima todas y cada una de las actividades a desarrollar dentro de la gestión del Mantenimiento, las principales normas que se implementan son: Metodología NORSOK NORMA Z-008.

Mediante este documento se establece la metodología para la calificación de criticidad de los equipos y sistemas, con base en un modelo de análisis de riesgos El modelo de análisis de riesgos se alinea a su propia matriz de criterios de riesgo; sin embargo, la metodología de calificación de criticidad considerará algunos criterios de mantenibilidad de los sistemas que se analizan. Esta norma NORSOK es aplicable en la elaboración y optimización de programas de mantenimiento para sistemas y equipos de planta

definiendo lineamientos para el análisis de criticidad incluyendo sistemas funcionales de falla (Pérez F. -R., 2021).

En sus principales funciones y subfunciones, contemplando la existencia o no de redundancia, también define las consecuencias de falla por la función de pérdidas y su influencia en otro sistema. ISO 14224. La norma ISO 14224 nace de la mano de la industria petrolera, petroquímica y del gas natural buscando la fiabilidad de los datos de mantenimiento en todas las instalaciones (plantas, áreas, edificios) mediante la recopilación de datos estandarizados a lo largo del ciclo de vida del activo.

La ISO 14224 permite a los usuarios disponer de los datos de mantenimiento de forma fiable para tomar mejores decisiones.

Al implementar esta norma técnica internacional de calidad garantizada por el mantenimiento de datos, para que los usuarios que trabajen con esta norma técnica puedan trabajar e intercambiar datos con confianza, la norma ISO 14224 establece principios y directrices claras para la gestión de la fiabilidad de los datos de mantenimiento, definiendo como primer elemento de la lista los equipos que se incluyen en la forma de cómo deben recopilarse estos datos, haciendo recomendaciones específicas. Las implementaciones de esta norma cumplen actualmente con la Taxonomía de equipos y atributos desplegados en CMMS.

Los RIM (*Reliability Indicator Management*) forman parte de la columna vertebral de procesos del Grupo de Ingeniería de Mantenimiento y son claves para alcanzar los objetivos estratégicos marcados por la Empresa Gestora. El RIM proporciona información estructurada de los eventos de mantenimiento de los equipos críticos de las instalaciones,

para evaluar su comportamiento respecto a los parámetros esperados y facilitar la toma de decisiones efectiva ISO 13380. Esta norma describe las condiciones generales de admisión y los procedimientos para la recogida, gestión, evaluación y diagnóstico del estado de las máquinas mediante la medición de parámetros de rendimiento.

Esta norma se utiliza como referencia para la recogida de datos y parámetros de los equipos para determinar su rendimiento.

Gestión de Materiales e Inventarios

El abastecimiento de repuestos es uno de los soportes logísticos más importantes para la ejecución de los mantenimientos. La política de adquisición de repuestos debe estar alineada con el fin de satisfacer los requerimientos de mantenimiento, minimizando los costos de adquisición y almacenamiento, pero disponibles a tiempo para desarrollar los trabajos (Durán Y. , 2012).

La gestión de la cadena de suministro de bienes y servicios de UNISINÚ diseñará una estrategia de repuestos de manera que se optimice el nivel de stock y se mejoren los tiempos de entrega y se adopte la estandarización de la marca *vendor list*. Se deben establecer indicadores de desempeño para la gestión de inventarios, de manera que el valor de los stocks, como la rotación, sean óptimos. Los criterios que se deben tomar para definir una estrategia de adquisición de repuestos son:

- ✓ Implicaciones operacionales de la indisponibilidad de repuestos en campo
- ✓ Tiempos de entrega de los proveedores, especialmente con ítems importados.
- ✓ Demanda de repuestos, de acuerdo con las estadísticas de consumo y especialmente a la demanda de los requerimientos del plan de mantenimiento.
- ✓ Disponibilidad de repuestos de los proveedores en el área de operaciones.

Costos de almacenamiento.

En este sentido se definen los siguientes tipos de materiales y repuestos:

Material Stock: Repuestos que tienen relación directa con los generadores. Deben estar catalogados, con reposición automática atendiendo demandas no programadas (Arrieta, 2011).

Artículos Stock de Seguridad: Repuestos pertenecientes a equipos críticos, que generalmente son de baja rotación, pero de alto impacto en caso de necesitarse.

Material No Stock: Repuestos de consumo repetitivo. No se almacenan y se adquieren por solicitud del usuario. Pueden estar o no relacionados con la operación. No requieren almacenamiento y se entregan directamente al usuario a través de la bodega. Se deben mantener registros estadísticos de rendimiento de cada material.

Material Stock Directo: Componentes y repuestos de uso ocasional. No se almacenan y se adquieren por solicitud del usuario (MinEducación, 2018).

A continuación, se relacionan los repuestos identificados para los generadores de la universidad ver **Tabla 8**, estos son para el mantenimiento preventivo de cada uno de ellos, para los mantenimientos mayores se deberá tener catalogado esos repuestos para las horas de mantenimiento a cada uno de los generadores eléctricos:

Tabla 8**Repuestos a utilizar en los Mantenimiento preventivos de los Generadores**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
FILTRO DE ACEITE B	7	Mínimo de Stock de repuestos
FILTRO DE COMBUSTIBLE FF	10	
FILTRO DE COMBUSTIBLE WF	10	
FILTRO DE AIRE NA	10	
FILTRO DE ACEITE 1R	10	
FILTRO DE COMBUSTIBLE 9M	10	
FILTRO DE AIRE 4L	7	
FILTRO DE ACEITE 2654	7	
FILTRO DE ACEITE 2656	7	
FILTRO DE AIRE DA80	10	
FILTRO DE ACEITE 4627	1	
FILTRO DE COMBUSTIBLE 2645	1	
FILTRO DE ACEITE LF 1	1	
FILTRO DE COMBUSTIBLE FS	1	
FILTRO DE ACEITE 15W40	196	
SERVICIO DE MTTTO DE GENERADORES	7	

Nota. La Tabla Presenta la rutina de Mantenimiento sugerida para aplicar en los Generadores.

Presupuesto

El presupuesto es una herramienta fundamental en la gestión de activos y el mantenimiento, ya que permite planificar, controlar y evaluar el uso eficiente de los recursos financieros de una organización (Jeniree, 2017).

Luego de verificar los historiales de asignación presupuestal para los temas de mantenimiento, se presenta un paralelo con el recurso financiero que se requiere para el sostenimiento de los generadores, con proyección a 10 años vista como se muestra en la siguiente **Tabla 9** que versa sobre costos.

Tabla 9

OPEX- Presupuesto para el sostenimiento de los generadores

PRESUPUESTO MANTENIMIENTO A GENERADORES ELÉCTRICA A 10 AÑOS - UNISINÚ											
SEDE	SUB-CUENTA (COPS) - IPC 109X AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
ZENU											
PLANTA	CZ-001 LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS	5.520.000	6.182.400	6.924.288	7.755.203	8.685.827	9.728.126	10.895.501	12.202.961	13.667.317	15.207.395
ENERMAX	CZ-002 REPLUSTOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	4.200.000	4.704.000	5.268.480	5.900.698	6.608.781	7.401.835	8.290.055	9.284.862	10.399.045	11.646.931
GD250C	CZ-003 REPLUSTOS MECANICOS	6.720.000	7.526.400	8.429.568	9.441.116	10.574.050	11.842.936	13.264.088	14.855.779	16.638.473	18.635.089
	CZ-004 REPLUSTOS ELÉCTRICOS	6.840.000	7.660.800	8.580.096	9.609.708	10.762.872	12.054.417	13.500.947	15.121.061	16.935.588	18.967.859
	CZ-005 SERVICIOS EXTERNOS A GENERADORES	8.400.000	9.408.000	10.536.960	11.801.395	13.217.563	14.803.670	16.580.111	18.569.724	20.798.091	23.299.862
	CZ-006 TRANSPORTES	3.000.000	3.360.000	3.763.200	4.214.784	4.720.558	5.287.025	5.912.468	6.632.044	7.427.890	8.319.236
BLOQUE 5											
PLANTA	CB5-001 LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS	34.680.000	38.841.600	43.589.592	48.972.903	54.959.651	61.588.810	68.461.371	76.646.411	85.166.483	94.109.371
PERKINS	CB5-002 REPLUSTOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	8.450.000	9.139.200	10.025.904	11.164.212	12.593.918	14.380.708	16.466.369	18.909.160	21.762.860	25.082.323
PT120	CB5-003 REPLUSTOS MECANICOS	6.432.000	7.203.840	8.068.901	9.036.407	10.120.877	11.335.382	12.695.628	14.219.103	15.925.395	17.836.443
	CB5-004 REPLUSTOS ELÉCTRICOS	10.632.000	11.907.840	13.336.781	14.937.194	16.729.658	18.737.217	20.985.683	23.503.965	26.324.440	29.483.373
	CB5-005 SERVICIOS EXTERNOS A GENERADORES	13.964.000	15.507.640	17.260.641	19.243.309	21.479.698	24.000.345	26.851.815	30.067.423	33.717.114	37.873.066
	CB5-006 TRANSPORTES	3.000.000	3.360.000	3.763.200	4.214.784	4.720.558	5.287.025	5.912.468	6.632.044	7.427.890	8.319.236
BLOQUE 7											
PLANTA	CB7-001 LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS	5.124.000	5.745.680	6.430.562	7.202.229	8.064.896	9.044.684	10.158.646	11.428.896	12.887.776	14.579.109
CITIAGRO	CB7-002 REPLUSTOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	6.720.000	7.526.400	8.429.568	9.441.116	10.574.050	11.842.936	13.264.088	14.855.779	16.638.473	18.635.089
T150X	CB7-003 REPLUSTOS MECANICOS	5.400.000	6.048.000	6.773.760	7.586.611	8.497.005	9.516.645	10.658.642	11.937.680	13.370.201	14.974.625
	CB7-004 REPLUSTOS ELÉCTRICOS	10.320.000	11.558.400	12.945.408	14.498.857	16.238.720	18.187.366	20.369.850	22.814.332	25.551.940	28.618.173
	CB7-005 SERVICIOS EXTERNOS A GENERADORES	9.240.000	10.348.800	11.590.656	12.981.535	14.530.319	16.284.037	18.238.122	20.426.696	22.877.900	25.623.348
	CB7-006 TRANSPORTES	3.000.000	3.360.000	3.763.200	4.214.784	4.720.558	5.287.025	5.912.468	6.632.044	7.427.890	8.319.236
CLINICA ODONTOLÓGICA											
PLANTA	CCO-001 LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS	44.280.000	49.593.600	55.544.832	62.210.212	69.675.437	78.036.490	87.400.868	97.888.973	109.635.649	122.791.927
CITIAGRO	CCO-002 REPLUSTOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	6.720.000	7.526.400	8.429.568	9.441.116	10.574.050	11.842.936	13.264.088	14.855.779	16.638.473	18.635.089
AC150	CCO-003 REPLUSTOS MECANICOS	5.400.000	6.048.000	6.773.760	7.586.611	8.497.005	9.516.645	10.658.642	11.937.680	13.370.201	14.974.625
	CCO-004 REPLUSTOS ELÉCTRICOS	10.320.000	11.558.400	12.945.408	14.498.857	16.238.720	18.187.366	20.369.850	22.814.332	25.551.940	28.618.173
	CCO-005 SERVICIOS EXTERNOS A GENERADORES	9.240.000	10.348.800	11.590.656	12.981.535	14.530.319	16.284.037	18.238.122	20.426.696	22.877.900	25.623.348
	CCO-006 TRANSPORTES	3.000.000	3.360.000	3.763.200	4.214.784	4.720.558	5.287.025	5.912.468	6.632.044	7.427.890	8.319.236
ADMINISTRATIVA											
PLANTA	CA-001 LUBRICANTES, ACEITES Y GRASAS	7.920.000	8.870.400	9.984.848	11.277.030	12.862.273	14.675.746	16.738.676	19.069.628	21.724.784	24.774.208
CATERPILLAR	CA-002 REPLUSTOS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	16.200.000	18.144.000	20.321.280	22.759.834	25.491.014	28.549.935	31.975.927	35.813.039	40.110.603	44.825.876
D333A	CA-003 REPLUSTOS MECANICOS	11.520.000	12.902.400	14.650.888	16.684.771	18.126.943	20.302.176	22.738.437	25.467.050	28.523.096	31.945.867
	CA-004 REPLUSTOS ELÉCTRICOS	17.640.000	19.756.800	22.127.616	24.782.930	27.756.882	31.087.707	34.818.232	38.996.420	43.675.990	48.917.109
	CA-005 SERVICIOS EXTERNOS A GENERADORES	18.000.000	20.160.000	22.579.200	25.288.704	28.324.348	31.722.150	35.538.808	39.792.265	44.567.337	49.915.418
	CA-006 TRANSPORTES	3.000.000	3.360.000	3.763.200	4.214.784	4.720.558	5.287.025	5.912.468	6.632.044	7.427.890	8.319.236

Nota. La tabla muestra el presupuesto actual y la proyección a 10 años para el sostenimiento de los generadores.

Tabla 10

CAPEX para los Generadores Eléctricos UNISINÚ

MANTENIMIENTOS MAYORES A GENERADORES ELÉCTRICA A 10 AÑOS - UNISINÚ											
SEDE	SUB-CUENTA (COPS) - IPC 109X AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
ZENU											
PLANTA	1CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE 12000 HORAS	-	-	-	74.500.000	-	-	-	-	-	74.500.000
ENERMAX	2CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE OVH	-	-	-	-	-	-	-	-	123.000.000	123.000.000
GD250C											-
BLOQUE 5											
PLANTA	1CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE 12000 HORAS	-	-	86.700.000	-	-	-	-	-	-	86.700.000
PERKINS	2CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE OVH	-	-	-	-	-	-	-	136.700.000	-	136.700.000
PT120											-
BLOQUE 7											
PLANTA	1CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE 12000 HORAS	-	78.800.000	-	-	-	-	-	-	-	78.800.000
CITIAGRO	2CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE OVH	-	-	-	-	-	-	109.000.000	-	-	109.000.000
T150X											-
ODONTOLÓGICA											
PLANTA	1CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE 12000 HORAS	-	78.800.000	-	-	-	-	-	-	-	78.800.000
CITIAGRO	2CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE OVH	-	-	-	-	-	-	109.000.000	-	-	109.000.000
AC150											-
ADMINISTRATIVA											
PLANTA	1CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE 12000 HORAS	-	-	-	113.000.000	-	-	-	-	-	113.000.000
CATERPILLAR	2CA-OVH-GE MANTENIMIENTO DE OVH	-	-	-	-	-	-	-	-	147.000.000	147.000.000
D333A											-

Nota. La tabla presenta el CAPEX para los generadores eléctricos de UNISINÚ

El presupuesto señalado en la tabla anterior está sujeto a la aprobación del comité de evaluación presupuestal y la rectoría general, quienes definen que recursos se destinaran para cada actividad, para este caso el sostenimiento de los generadores.

Riesgos

Los riesgos son eventos o condiciones inciertas que, si ocurren pueden tener un impacto negativo en un proceso. Pueden afectar diversas áreas, como finanzas, operaciones, reputación y cumplimiento normativo.

Tabla 11

Riesgos asociados a los generadores en UNISINÚ

Riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Riesgo	Mitigación
Combustibles contaminados por transportarlo en recipientes no adecuados	Alta	Media	Medio	Compra de recipientes adecuados para el transporte del combustible
Presupuesto de mantenimiento insuficiente	Media	Alta	Alto	Priorización del programa de mantenimiento
Manipulación de las plantas por personal poco capacitado	Alta	Alta	Alto	Capacitación del personal que manipula las plantas

Nota. La tabla describe los riesgos asociados a los generadores de UNISINÚ.

Acciones de Mejoras Propuestas

Las acciones de mejoras propuestas y los responsables se reflejan en la **Tabla 12**.

Tabla 12

Plan de Mejoras Propuesto

Proyecto	Meta	Fecha de vencimiento propuesta	Responsable
Estudio de criticidad de los generadores	Permitir la priorización para las tareas de mantenimiento de rutina	Diciembre de 2024	Coordinador de Mantenimiento
Capacitación de operarios	Capacitar a (4) operarios para la manipulación de los generadores eléctricos	Diciembre 2024	Director Administrativo
Mayor cobertura presupuestal para el Mantenimiento y mejoras de los generadores eléctricos	Ampliar cobertura del presupuesto para Mantenimiento y mejoras hasta los \$ 3.100.000.000	Diciembre 2025	Rectoría General

Nota. La Tabla presenta el plan de mejoras asociados a los generadores eléctricos de UNISINÚ-Montería.

Abastecimiento

Actualmente no se tienen contratos para el suministro de materias primas, el abastecimiento del ACPM se hace con estaciones de servicio cercanas a la universidad y el suministro de repuestos con los mismos proveedores que prestan el servicio de mantenimiento (Nugent, Taco, & Forez, 2019).

Por lo anterior se recomienda la creación de un convenio y/o contrato con una estación de servicios de combustible para mejorar los tiempos de abastecimiento y bajar los costos.

Disposición final

El procedimiento para la disposición final de estos activos deberá ser solicitada por el Coordinador de mantenimientos al departamento de bienes de la universidad, adjuntando certificado técnico emitido por el proveedor calificado donde conste el estado actual del mismo.

Si el generador no tiene reparación y está en obsolescencia el departamento de bienes toma evidencias fotográficas y autoriza la baja en formato para baja de activos (Cardona, Orejuela, & Rojas, 2018).

El Departamento de bienes, se reúne con la Dirección administrativa y la jefatura de seguridad para dejar plasmado en un acta que se denominará ACTA PARA BAJA DE ACTIVOS, cuál será la disposición final de los activos o elementos a dar de baja.

Esta acta y los activos para baja se entregan a la Dirección operativa para su Custodia en Zona de almacenaje o Chatarrización.

Si los activos son chatarreados, el recurso derivado de este proceder se consigna en cuenta institucional y es utilizado para proyectos especiales.

Logro y Alcance de los Objetivos

Logros del objetivo general:

Se logró hacer el estudio de la norma ISO 55000 para la aplicación de esta y poder implementar el sistema de gestión de activos a los generadores de la universidad UNISINU, con el fin de mejorar la confiabilidad de los generadores de esta. Lo anterior basados en los sondeos de equipos existentes, técnicas, trabajos y estudios hechos a generadores en diferentes industrias (Moubray, 2004).

Este objetivo es basado en el estudio de las técnicas de mantenimiento y clases para aplicarlas en los generadores de la universidad, aplicar mantenimientos preventivos, correctivos, bajo condiciones y predictivos a cada equipo con a las frecuencias determinadas según fabricantes, establecer en el CMMS las rutinas y hacerlas con personal técnico competitivo directo de la empresa o por terceros para el desarrollo de las actividades de mantenimiento (Parra & Crespo, 2012).

De igual manera actualizar el ciclo de vida de estos activos físicos debido a su poca importancia y no aplicación de una buena gestión de activos físicos objeto de esta monografía, estudiar desde su consecución con datos de capacidades y costos. Obtener más data del comportamiento de los generadores para establecer un seguimiento en la operación y seguimiento a su comportamiento en el tiempo para reponerlos y asociar los demás departamentos para una buena disposición final de los activos físico (Harris & Kelly, 1998).

Logro de Los Objetivos Específicos

UNO - Definir criterios y procedimientos:

Para definir los criterios de procedimientos a implementar en los generadores eléctricos de la universidad UNISINU, se aplican técnicas de recolección de información de los equipos, manuales, catálogos y *Datasheet* de cada uno de ellos. Identificándolos en cada de sede que tiene la universidad. Para continuar con la implementación se mira la data de cada uno de ellos buscando los tipos de mantenimiento que técnicamente aplican y son la mejor opción para los generadores (Peñañiel, Ateaga, & Daquinta, 2021).

Hacer un inventario de los repuestos necesarios para los generadores eléctricos, identificando sus partes en manuales y catálogos para las referencias por confiabilidad, mirar los costos de los materiales y repuestos de cada generador ya que son de marca diferentes y por ende manuales y catálogos diferentes. Los proveedores también difieren por lo anterior diferentes marcas y modelos. Se proyectan los costos a 10 años para obtener datos e información para los presupuestos futuros (Melendres, 2019).

Se estable las técnicas predictivas de mantenimiento para los generadores eléctricos, RCA (Root Causes Analysis), RCM (Reliability Centered Maintenance), FMECA y técnicas de CBM para predecir malos actores, con esta información al ser implementada en la estrategia del mantenimiento a los generadores la universidad UNISINU.

DOS- Análisis costo-beneficio:

Para realizar un análisis costo-beneficio de la implementación de un sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ bajo la NTC ISO 55001, es importante

considerar tanto los costos asociados a la implementación como los beneficios esperados, en esta monografía solo se indicarán los costos que se deberán tener en cuenta al momento de realizar la implementación.

Costos de Implementación

Costos Directos

- **Consultoría y capacitación:** Gastos en consultores expertos en ISO 55001 y formación del personal.
- **Software y herramientas:** Adquisición de software específico para la gestión de activos, que permita llevar de manera organizada todo desarrollo del proyecto.
- **Documentación:** Costos de desarrollo y documentación de procesos y procedimientos.

Costos Indirectos

- **Tiempo de inactividad:** Posibles interrupciones en la operación durante la implementación.
- **Recursos humanos:** Dedicación del personal a la implementación en lugar de sus tareas habituales.

Beneficios Esperados

Beneficios Económicos

- **Reducción de costos operativos:** Mejorar la gestión de activos puede disminuir el mantenimiento y operación de los generadores eléctricos objeto del presente estudio.
- **Aumento en la vida útil de los activos:** Prolongación de la vida útil de generadores, lo que reduce la necesidad de inversiones en nuevos equipos.

- **Mejora en la eficiencia:** Optimización de los procesos de generación, que puede traducirse en ahorro energético y menores costos.

Beneficios No Económicos.

- **Mejora en la confiabilidad:** Aumento en la disponibilidad y confiabilidad de los generadores eléctricos.
- **Cumplimiento normativo:** Alineación con estándares internacionales, lo que puede abrir oportunidades de financiamiento o colaboración.
- **Satisfacción del cliente:** Mejora en la calidad del servicio, lo que puede traducirse en mayor satisfacción y lealtad de los usuarios.

Evaluación de Costos vs. Beneficios

Análisis Cuantitativo

- **Cálculo de ROI:** Se deberá comparar los costos totales de la implementación con los beneficios económicos proyectados.
- **Período de recuperación:** UNISINÚ debe determinar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de ahorros generados.

Análisis Cualitativo

- **Impacto en la cultura organizacional:** Considerar cómo la implementación influirá en la gestión y la toma de decisiones dentro de la organización.
- **Riesgos asociados:** Identificar posibles riesgos o barreras que puedan afectar la implementación y cómo mitigarlos.

TRES- Estrategia para la gestión de Activos:

Teniendo el análisis de los activos a intervenir, para implementar un sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ bajo los lineamientos de la NTC ISO 55001, se deberá seguir la siguiente estrategia:

a. Compromiso de la Alta Dirección

- **Definir la visión y objetivos:** La Rectoría general deberá establecer la importancia de la gestión de activos y alinearla con los objetivos estratégicos de la institución.
- **Asignar recursos:** Se deberá asegurar la disponibilidad de los recursos financieros, humanos y tecnológicos.

b. Formación de un Equipo de Trabajo

- **Designar un líder de proyecto:** Nombrar un responsable del sistema de gestión de activos, que cuente con la calificación y cualificación para poder llevar a puerto seguro este proyecto.
- **Crear un equipo multidisciplinario:** Incluir expertos en operaciones, mantenimiento, finanzas y gestión de calidad, es vital debido a que contar con un equipo multidisciplinario amplía la visión de todo el proyecto y permite evaluarlo desde todos los ámbitos.

c. Evaluación Inicial

- **Realizar un diagnóstico:** Evaluar el estado actual de los activos y procesos relacionados, permitiendo con ello tener el insumo base para enfocar la gestión de activos.
- **Identificar necesidades y oportunidades:** Reconocer áreas de mejora y establecer prioridades.

d. Definición de Políticas y Objetivos

- **Desarrollar una política de gestión de activos:** Esto habla de la establecer principios que guiarán la gestión.
- **Establecer objetivos SMART:** Definir metas específicas, medibles, alcanzables, relevantes y temporales.

e. Desarrollo de Procesos y Procedimientos

- **Crear procedimientos documentados:** Establecer procesos para la planificación, adquisición, operación, mantenimiento y disposición de activos.
- **Integrar con otros sistemas de gestión:** Alinear con otros sistemas como calidad ISO 9001 y medio ambiente ISO 14000 y seguridad ISO 45001.

f. Implementación de Herramientas de Gestión

- **Seleccionar software adecuado:** Implementar herramientas tecnológicas para el seguimiento y control de activos.
- **Capacitar al personal:** Asegurar que el equipo esté capacitado en el uso de las herramientas y procesos establecidos.

g. Monitoreo y Medición

- **Establecer indicadores de rendimiento (KPIs):** Definir métricas para evaluar la efectividad del sistema de gestión de activos.
- **Realizar auditorías internas:** Evaluar la conformidad y efectividad del sistema.

h. Mejora Continua

- **Revisar y actualizar:** Realizar revisiones periódicas del sistema y los procedimientos implementados, permite un mejor control del proyecto.
- **Fomentar la retroalimentación:** Crear canales para recibir sugerencias y mejorar los procesos, que para el caso de UNISINÚ, se deberá utilizar el sistema ORFEO.

i. Comunicación y Cultura Organizacional

- **Promover la cultura de gestión de activos:** Realizar campañas de sensibilización y comunicación sobre la importancia de la gestión de activos, divulgar la política de Gestión de Activos a toda la institución.
- **Involucrar a todo el personal:** Fomentar la participación de todos los niveles en la gestión de activos.

j. Certificación y Reconocimiento

- **Prepararse para la certificación:** Una vez implementado el sistema, se puede considerar la certificación bajo la NTC ISO 55001.
- **Difundir los logros:** Compartir los resultados y beneficios obtenidos con la comunidad académica y otros *stakeholders*.

La implementación de un sistema de gestión de activos en los generadores eléctricos de UNISINÚ permitirá optimizar su rendimiento, reducir costos y prolongar la vida útil de los activos, alineándose con las mejores prácticas internacionales establecidas en la NTC ISO 55001.

BIBLIOGRAFÍA

- Amendola, L. (2011). *Gestión Integral de Activos Físicos* (2011 ed., Vol. 01). Valencia, Valencia, España: PMM Institute for Learning. Recuperado el 2024 de 10 de 08, de <https://es.scribd.com/document/421542245/Gestion-Integral-de-Activos-Fisicos-Amendola>
- Ardila, J. G.-M., Ardila, M. I.-M., Rodríguez, D. -G., & Hincapie, D. A.-Z. (30 de 04 de 2016). La Gerencia del mantenimiento: Una Revisión. *Scielo Colombia*, 15-16. doi:<http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>
- Ariza, J. -L. (02 de 11 de 2023). *Diseño de una estrategia basada en la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Universidad Nacional de Colombia, Cundinamarca. Bogotá - Colombia: Repositorio Universidad Nacional. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84351/13740902.2023.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Arrieta, J. G.-P. (20 de 06 de 2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS). (F. a. Journal of Economics, Ed.) *Scielo*, 16(30), 25. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-18862011000100007
- Arroyo, S. -V., & Obando, R. F.-Q. (Junio de 2022). Importancia de la implementación de Mantenimiento Preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *Journal of Engineering Sciences*, 4(10), 59-69. doi: DOI: <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Becerra, A. B.-A., Porras, J. M., & Buitrago, L. C.-R. (2017). *Metodología para la implementación del mantenimiento en la gestión de activos físicos*. Universidad

- Industrial de Santander, Santander. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. doi:<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/36442>
- Campuzano, I. R.-M. (05 de 04 de 2016). Diagnóstico de Generadores Eléctricos de Potencia. (Dialnet, Ed.) *Dialnet*, 27(2), 20. doi:10.4067/S0718-07642016000200003
- Cárcel, F. J.-C. (27 de 01 de 2015). Ingeniería del Mantenimiento Industrial y Gestión del conocimiento. Mejora en la Eficiencia de las Empresas. *Dialnet*, 1, 130. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/oms.197>.
- Cardona, J. -T., Orejuela, J. -C., & Rojas, C. -T. (03 de 08 de 2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. (R. EIA, Ed.) *Revista EIA*, 15(30), 195-208. doi:DOI: <https://doi.org/10.24050/reia.v15i30.1066>
- Castillo, R., Prieto, A. T., & Zambrano, E. (02 de 08 de 2013). Elementos de la Gestión de Mantenimiento en las IE Superior del Municipio de Cabimas . *Redalyc*, 25, 55-85. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/782/78228410004.pdf>
- Cortés, M. d.-N. (06 de 11 de 2020). Estrategias del ciclo de vida de un producto. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 7(13), 44-46. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/download/5203/6637/>
- Chávez, M. I.-C., Jiménez, j. w.-C., & Cucuri, M. I.-P. (06 de 2020). Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONÍA*, 5(9), 249-267. doi:<https://doi.org/10.35381/r.k.v5i9.647>

- Depool, T. (julio de 2013). Framework de competencias de la gestión de activos físicos alineado a la PAS 55 – Iso 55000. (L. Amendola, Ed.) *PMM Project Magazine*, 26(26), 23. Recuperado el 2024 de 09 de 27, de <https://www.pmmlearning.com/revista/>
- Di Fiore, M. -B., & Terlato, A. N. (2021). La revolucion Industrial y Sus Impactos Directos E indirectos En la Sociedad y las Empresas. (J. M. Streb, Ed.) *ECONSTOR*(816), 14. Recuperado el 04 de 10 de 2024, de <https://www.econstor.eu/handle/10419/260510>
- Dorrbercker, S. A.-D., Torres, W. J.-M., & Molé, J. A.-M. (01 de 01 de 2012). Experiencias en el Diagnóstico del Aislamiento de los Generadores de potencia. (I. S. Antonio, Ed.) *Redalyc*, 33(01-2012), 10. Recuperado el 08 de 10 de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127749007.pdf>
- Durán, O. M., González, V. -P., Crespo, A., & Guillén, A. (Abril de 2019). Priorización de Activos Físicos centrado en el Rendimiento Global (Throughput) en una Planta de Chancado. (L. serena, Ed.) *Scientific Electronic Library Online*, 30(2), 45-56. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200045>.
- Durán, Y. (05 de 06 de 2012). Administración del inventario: Elemento clave para la optimización de las utilidades en las. *Visión General*, 1, 55-78. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>
- Fernández, F. H.-M., & Duarte, J. E. (30 de 06 de 2017). Monitoreo de las variables eléctricas relacionadas con un generador trifásico. (C. Universidad Libre, Ed.) *Revista Universidad Libre* , 10(2), 8. Recuperado el 08 de 10 de 2024, de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3512/2902>
- García, R. -S., Guzmán, A. -V., Prada, F. -R., & Trujillo, M. A.-D. (Enero de 2020). *Gobierno Corporativo y Gestión de Activos en el Sector Eléctrico* (Primera Edicion

- 2020 ed., Vol. 01). (C. -C. Incolda, Ed.) Bogotá, Bogotá, Colombia: CESA - Casa Incolda. doi:<https://doi.org/10.57130/CESA.9789588988412>
- Harris, M. J., & Kelly, A. (1998). *Gestion del Mantenimiento Industrial* (Primera Edición ed., Vol. 01). (REPSOL, Ed.) Madrid, Madrid, España: REPSOL. Recuperado el 07 de 10 de 2024, de <https://bibcatalogo.uca.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=669989>
- Iso. (2016). *Iso 14224* (2016 ed.). (C. E. Estanzarización, Ed.) Ginebra, Suiza: Iso. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://www.iso.org/standard/64076.html>
- Jeniree, J. L.-P. (21 de 11 de 2017). Presupuesto como Instrumento de Control Financiero en Pequeñas Empresas. (Negotium, Ed.) *Redalyc*, 13, 33-48. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/782/78253678003.pdf>
- Jimenez, G. -V., & Endar, I. -V. (02 de 08 de 2022). Mantenimiento óptimo Basado en Condición. (R. C. UNEMI, Ed.) *Dialnet*, 15, 26-37. doi:<https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss40.2022pp26-37p>
- León, M. U.-G., Valero, L. J.-V., & Vera, S. D.-M. (04 de 01 de 2020). Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001:2014. (Ingenio, Ed.) *Ingenio Científica y Tecnológica*, 3(1), 81-88. doi:<http://dx.doi.org/10.18779/ingenio.v3i1.332>
- López, G. A.-L. (22 de 10 de 2019). *Integración de la gestión de activos físicos en empresas manufactureras de manizales*. Universidad Autónoma de Manizales, Facultad de estudios sociales y empresariales. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales. Recuperado el 18 de SEPTIEMBRE de 2024, de <https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/726>
- López, P. D.-C., & Martínez, L. C.-C. (06 de Junio de 2022). *Repositorio institucional UPTC*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama: Repositorio institucional UPTC. Recuperado el 15 de 07 de 2024, de repositorio institucional

UPTC: <https://repositorio.uptc.edu.co/items/7ed084ac-61f2-4f64-92d6-ccb004d112c4>

- López, W. R.-D. (2022). *Propuesta para la implementación de un Sistema de Gestión de Activos en la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR*. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Química - Facultad de Ingeniería - Maestría en Diseño de Procesos y Prodxctos. Bogotá - Colombia: Universidad de los Andes - Bogotá - Colombia. Recuperado el 15 de 09 de 2024, de <http://hdl.handle.net/1992/68636>
- Manterola, C., Grande, L., Otzen, T., García, N., Salazar, P., & Quiroz, G. (20 de 11 de 2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. (Scielo, Ed.) *Scielo*, 35, 9. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600680>
- Medina, A. -L., Pérez, C. M.-H., Núñez, Q. -C., & Curbelo, M. -H. (18 de 12 de 2015). Mejora de la disponibilidad en procesos. (E. UO, Ed.) *Anuario Facultad de Ciencias Económicas Empresariales*, 7(7), 18-33. Recuperado el 29 de 09 de 2024, de <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/issue/view/49>
- Medina, R. (21 de 01 de 2022). Tipos de mantenimiento en las unidades de medición. (Enfoques, Ed.) *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 37-49. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v6i21.124>
- Medina, R. J.-N. (03 de Noviembre de 2016). *Linkedin*. Cartago - Costa Rica. Recuperado el 18 de agosto de 2024, de LinKedin: <https://es.linkedin.com/pulse/la-gestion-de-activos-su-historia-y-definiciones-para-medina-cmrp>
- Melendres, K. A.-Q. (03 de 07 de 2019). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Universidad Continental, Repositorio institucional Continental. Cusco - Perú: Universidad Continental. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12394/5908>

Mendieta, P. (2008). TAXONOMÍA DE LOS EQUIPOS DE MEJORA IMPULSADOS EN LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO-EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA.

ScienceDirect, 14, 213-228. doi:[https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60020-3](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60020-3)

MinEducación. (2018). *Guía de Administración de Bodegas*. Guía de Administración de Bodegas, Ministerio de Educación- Colombia, Ministerio de Educación-Colombia, Bogotá - Colombia. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de https://sig.mineducacion.gov.co/files/mod_documentos/documentos/AD-GU-03/versiones/AD-GU-03%20V3.pdf

Mora, L. A.-G. (2009). *Mantenimiento planeación, ejecución y control* (Primera Edición ed., Vol. 01). (L. J. D, Ed.) Pitagoras, Col del valle, Mexico: Alfaomega. Recuperado el 19 de 09 de 2024, de <http://www.alfaomega.com.mx>

Moubray, J. M. (2004). *RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press Inc* (Primera en español ed.). (G. a. Biddles Limited, Ed., & S. y.-A. Ellman, Trad.) Leicestershire, Leicester, United Kingdom: Aladon Limited. Recuperado el 14 de SEPTIEMBRE de 2024, de <https://books.industrialpress.com/9780831131463/reliability-centered-maintenance/>

Navarro, L. -E., Pastor, A. C.-T., & Mugaburu, J. M.-L. (1997). *Gestión Integral del Mantenimiento* (Ediciones Gestión 2000 ed., Vol. 01). (Marcombo, Ed.) Barcelona , Barcelona, España: Marcombo Boisareu Editores. Recuperado el 08 de 10 de 2024, de https://books.google.com.co/books/about/Gesti%C3%B3n_integral_de_mantenimiento.html?hl=es&id=-AGHAAAACAAJ&redir_esc=y

Nugent, M. A.-Q., Taco, A. -L., & Forez, J. -M. (26 de 09 de 2019). Gestión de cadena de suministro Una Mirada desde la Perspectiva Teórica. (R. V. Gerencia, Ed.) *Universidad de Zulia*, 24(88), 1136-1146. doi:<https://doi.org/10.37960/revista.v24i88.30168>

- Obando, R. a.-Q., & Arroyo, C. S.-V. (30 de 06 de 2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos . *E-Idea*, 4(10), 59-69.
doi:<https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Paredes, R. (03 de 05 de 2020). Tipos de mantenimiento aplicados en la industria petrolera venezolana de la Región Occidente. (U. d. Zulia, Ed.) *Repositorio Ecuador*, 4, 129-142. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v4i9.61>
- Parra, C. A.-M., & Crespo, A. -M. (2012). *Ingeniería de mantenimiento y Confiabilidad aplicada en la gestión de los activos* (primera edición ed., Vol. 02). (Ingeman, Ed.) Sevilla, Andalucía, España: Ingeman. Recuperado el 18 de Septiembre de 2024, de <https://books.google.com.co/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Parra, C., & Balda, A. (05 de Noviembre de 2020). Gestión Estratégica del Mantenimiento. (Ingeman, Ed.) *ResearchGate*, 28. doi:DOI:10.13140/RG.2.2.34087.16809
- Peñafiel, J., Ateaga, Á., & Daquinta, A. -G. (08 de 12 de 2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) caso de aplicación máquina empacadora de atún en latas. *Revista científica Ingeniar*, 4(8), 15.
doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0050>
- Pérez, F. -R. (2021). *Gestión del Mantenimiento Industrial* (Vol. 2). (E. Usta, Ed.) Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Santo Tomas. Recuperado el 10 de 10 de 2024, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf>
- Quintero, J. E.-J. (15 de 03 de 2015). *Mantenimiento con planeación estratégica*. Bogota: Escuela Colombia de Carreras Industriales. Recuperado el 30 de 09 de 2024, de

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/208/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Robayo, A. -L., Valverde, J. -M., & Castro, J. -A. (07 de 07 de 2020). El modelo del ciclo de vida del producto. (R. E. Política, Ed.) *Revista Economía y Política*, 21*22.

doi:<https://doi.org/10.25097/rep.n32.2020.06>

Saavedra, K. V.-S. (07 de 09 de 2022). Una revision de la Revolucion Industrial 4.0 y sus Métodos de implementacion en las nuevas industrias. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, 13. doi:<https://doi.org/10.26507/paper.2210>

Salavarieta, J., & Fuquen, H. (01 de 06 de 2019). Monitoreo y Control de Centrales de Generación Eléctrica a Travez de Control centralizado. (Colinnovación, Ed.) *Revista Desarrollo Tecnológico - Colinnovación*, 1, 6. Recuperado el 08 de 10 de 2024, de <https://colinnovacion.com/wp-content/uploads/2021/02/ART-3-FORMATO-REVISTA-VOLUMEN-8-EDICION-1-2019R.pdf>

Valdez, L. M.-M., Martínez, M. A.-R., Silva, B. E.-R., & Guerrero, M. -P. (31 de 03 de 2022). Modelo integral de evaluación de proveedores de servicios de mantenimiento con énfasis en la seguridad. (R. U. Bosque, Ed.) *Cuadernos Latinoamericanos de Investigación - Universidad del Bosque*, XVIII(34), 1-12. doi:<https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v18i34.3693>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (04 de 04 de 2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. (R. c. ingeniería, Ed.) *Revista chilena de ingeniería*, 125-138. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>